

PEMANFAATAN SERBUK KAYU MERANTI MERAH (*Shorea parvifolia* Dyer) SEBAGAI BIOSORBEN ION LOGAM Cu(II)

Desiliana T.P Allo*, Muhammad Zakir, Nursiah La Nafie

Jurusan Kimia FMIPA Universitas Hasanuddin Kampus Tamalanrea Makassar 90425

Abstrak. Serbuk kayu meranti merah merupakan material yang melimpah dan murah, telah digunakan sebagai adsorben untuk penghilangan ion Cu(II) dari limbah cair. Penelitian ini dibagi kedalam dua perlakuan, yaitu: aktivasi serbuk kayu dengan toluena dan etanol (1:1) dan tanpa aktivasi serbuk kayu pada variasi waktu kontak, pH dan konsentrasi. Konsentrasi ion Cu(II) sebelum dan setelah adsorpsi ditentukan dengan menggunakan Spektrofotometer Serapan Atom (SSA). Hasil penelitian menunjukkan bahwa waktu optimum yang diperoleh adalah 7 menit untuk serbuk kayu tidak teraktivasi dan 20 menit untuk serbuk kayu teraktivasi, sedangkan pH optimum untuk kedua perlakuan adalah 4. Kapasitas adsorpsi ion Cu(II) oleh serbuk kayu meranti merah ditentukan dengan menggunakan isothermal Langmuir dan isothermal Freundlich. Kapasitas adsorpsi (Q_o) yang diperoleh sebesar 2,6261 mg/guntuk serbuk kayu tidak teraktivasi dan 1,7413 mg/guntuk serbuk kayu teraktivasi. Gugus fungsi yang terlibat dalam biosorpsi untuk serbuk kayu tanpaaktivasi dan aktivasi adalah gugus fungsi –OH.

Kata kunci: biosorpsi, Cu(II), isothermal adsorpsi, serbuk kayu meranti merah, SSA.

Abstract. Meranti merah sawdust is an abundant and inexpensive material, was used as an adsorbent for the removal of Cu(II) from wastewater. This research was divided into two treatments, namely: activation of sawdust with toluene and ethanol (1:1) and without activation of sawdust at variation of contact time, pH, and concentration. Concentration of Cu(II) ions before and after adsorption were determined by Atomic Adsorption Spectrophotometer (AAS). The results showed that optimum time was 7 minutes for sawdust without activation and 20 minutes for sawdust with activation, whereas optimum pH for both treatment were 4. Adsorption capacity was studied by both Langmuir isotherm and Freundlich isotherm. Adsorption capacity value (Q_o) was 2,6261 mg/gfor sawdust without activation and 1,7413 mg/gfor sawdust with activation. Functional groups involved in this biosorption for timberdust without activation and timberdust with activation were –OH.

Keywords: biosorption, Cu(II), adsorption isotherms, meranti merah sawdust, AAS.

*Correspondent author
email: desy.batara@yahoo.com

PENDAHULUAN

Kesadaran terhadap meningkatnya polusi air dari limbah industri difokuskan pada bagaimana cara pengolahan limbah tersebut agar tidak terlalu berdampak pada lingkungan. Pemisahan logam berat dari limbah industri merupakan kepentingan yang paling mendasar. Oleh karena itu terdapat penelitian untuk menghilangkan kontaminan atau logam berat dari limbah cair dengan metode yang efektif. Penggunaan bahan alami untuk pemisahan logam berat dengan metode adsorpsi telah dilakukan di hampir semua negara (Deans and Dixon, 1992).

Tembaga (Cu) merupakan salah satu logam berat yang digunakan secara luas pada industri listrik, fungisida dan cat anti cemar. Ketika Cu masuk ke dalam tubuh pada konsentrasi tinggi dapat mengakibatkan racun pada manusia antara lain liver, penyakit mental (schizophrenia) dan kanker. Berbagai metode telah dikembangkan untuk memisahkan logam berat dari air limbah, antara lain meliputi metoda pengendapan kimia, filtrasi mekanik, penukar ion, elektrodeposisi, oksidasi reduksi, sistem membran, dan adsorpsi fisik. Namun masing-masing metoda tersebut secara inheren mempunyai kelebihan dan keterbatasan (Oyrton, 1998 dalam Tekker, 1999).

Metode konvensional untuk pemisahan logam berat dari air buangan (limbah) sangat tidak ekonomis dan kurang efisien pada konsentrasi logam yang rendah, hal ini menyebabkan pencarian terhadap teknologi alternatif untuk pemisahan logam yang murah dan ramah lingkungan menjadi serius. Riset terbaru yang menggunakan biosorben untuk ion logam adalah berdasarkan studi kinetik batch (rendaman) dan studi kesetimbangan adsorpsi (Ahmaruzzaman, dkk, 2005 dalam Suhendrayatna 2001).

Beberapa tahun terakhir telah dilakukan penelitian tentang biopolimer yang mampu mengikat logam berat dari limbah melalui pembentukan senyawa kompleks sehingga biopolimer dapat berfungsi sebagai adsorben untuk memisahkan logam berat dari air meskipun konsentrasinya sangat rendah. Biopolimer atau biosorben yang digunakan sebagian besar merupakan bahan alami yang digunakan bisa dari sisa olahan pertanian, pertukangan atau limbah perikanan (Schmul, dkk, 2001 dalam Alluri, dkk., 2007).

Beberapa contoh bahan alami yang digunakan adalah sabut kelapa (Fatoni, 2009), jamur *Mucor rouxii* (Yan dan Viraraghavan, 2003), ganggang hijau (Pavasant, dkk., 2005), *Aspergillus oryzae* dan *Rhizopus oryzae* (Huang dan Huang, 1996), bakteri *Thiobacillus thiooxidans* (Liang Liu, dkk., 2004). Bahan-bahan alami ini digunakan sebagai adsorben karena tersedia dalam jumlah yang banyak, ramah lingkungan dan murah (Deans and Dixon, 1992).

Industri kayu lapis adalah salah satu industri dari sector kehutanan yang selain menghasilkan produk utama juga banyak menghasilkan produk samping (limbah) yang masih sangat minim pemanfaatannya. Limbah pabrik kayu tersebut yang berupa serbuk kayu diketahui mengandung selulosa yang berpotensi untuk menyerap logam. Kayu jenis meranti merah (*Shorea sp.*) merupakan salah satu kayu yang mengandung selulosa dan banyak digunakan dalam industri kayu lapis khususnya di kota Makassar. Kandungan kadar selulosa pada kayu meranti merah adalah 49,6-56,1% (Irwanto, 2007).

Kayu meranti merah (*Shorea sp.*) tergolong kayu keras yang berbobot ringan sampai berat-sedang dengan berat jenis berkisar antara 0,3-0,86 pada kandungan air 15%. Kayu jenis ini banyak tersebar di

*Correspondent author
email: desy.batara@yahoo.com

daerah Sumatera, Kalimantan, Maluku dan sebagian di wilayah Sulawesi khususnya jenis *Shorea parvifolia* Dyer (Irwanto, 2007).

Berdasarkan uraian di atas maka perlu dilakukan penelitian untuk mengetahui kemampuan serbuk kayu meranti merah dalam hal ini *Shorea parvifolia* Dyer yang diketahui mengandung selulosa, dalam mengadsorpsi logam berat khususnya logam berat Cu dan kondisi optimum adsorpsi ion logam Cu.

METODE PENELITIAN

Bahan dan Alat Penelitian

Bahan-bahan yang akan digunakan dalam penelitian ini adalah serbuk kayu meranti merah (*Shoreaparfifolia*Dyer), $\text{Cu}(\text{NO}_3)_2 \cdot 3\text{H}_2\text{O}$, HNO_3 , akuades, akuabides, kertas saring Whatman 41, toluena, etanol, kertas saring biasa, kertas label, dan pH universal. Sedangkan alat-alat yang dibutuhkan pada penelitian ini adalah alat-alat gelas yang umum digunakan di laboratorium, Spektrofotometer Serapan Atom (SSA) *buck scientific* model 205 VGP, neraca digital, oven, *stirrer*, ayakan ukuran 90-100 *mesh*, *stopwatch*, *ultrasonic*, desikator, dan spektrofotometer FT-IR *Shimadzu prestige 21*.

Prosedur Penelitian

Penyiapan Biosorben Serbuk Kayu Meranti Merah (*Shoreaparfifolia*Dyer)

Serbuk kayu meranti merah (*Shoreaparfifolia*Dyer) ditimbang 100 gram, dimasukkan dalam gelas piala ukuran satu liter, kemudian aquades ditambahkan sebanyak 500 mL. Campuran tersebut diaduk selama 3 jam, aquades yang dipakai untuk mencuci diganti setiap satu jam pengadukan. Campuran didekantasi, dan selanjutnya serbuk kayu dikeringkan dalam oven pada suhu 80 °C sampai mencapai

bobot tetap, digerus, dan diayak dengan saringan 90-100 *mesh*.

Pembuatan Larutan Baku Cu(II)

Pembuatan larutan baku Cu(II) 1000 mg/L adalah sebanyak 3,8025 gram $\text{Cu}(\text{NO}_3)_2 \cdot 3\text{H}_2\text{O}$ ditimbang kemudian dilarutkan dengan akuabides hingga volume larutan 1 L. Selanjutnya, untuk membuat larutan baku 50 mg/L, larutan baku Cu(II) 1000 mg/L dipipet 50 mL dan diencerkan dalam labu ukur 1 L.

Aktivasi Serbuk Kayu Meranti Merah (*Shoreaparfifoli* Dyer)

Serbuk kayu meranti merah yang sudah dicuci dan dikeringkan, ditimbang sebanyak 50 gram. Serbuk kayu tersebut selanjutnya diekstraksi dengan pelarut campuran etanol-toluena (1:1), dengan menggunakan *ultrasonic*. Serbuk kayu yang telah diekstraksi dikeringkan kembali dalam oven pada suhu 80°C selama 5 jam (sampai bobot tetap).

Penentuan Waktu Optimum Biosorpsi Ion Cu(II) oleh Serbuk Kayu Meranti Merah (*Shoreaparfifolia*Dyer)

Kedalam 7 buah labu Erlenmeyer ukuran 100 mL dimasukkan masing-masing 0,5 gram serbuk kayu meranti merah (*Shoreaparfifolia*Dyer) kering yang telah dicuci, selanjutnya 50 mL larutan tembaga nitrat trihidrat ($\text{Cu}(\text{NO}_3)_2 \cdot 3\text{H}_2\text{O}$), dengan konsentrasi 50 ppm dimasukkan kedalam gelas piala tersebut dan dikocok dengan menggunakan pengocok masing-masing selama 3, 5, 7, 10, 20, 30, dan 40 menit. Kemudian campuran tersebut disaring menggunakan kertas saring Whatman 41 dan filtratnya ditampung untuk diukur kadar tembaganya (Cu^{2+}) dengan AAS. Cara yang sama dilakukan juga untuk serbuk kayu meranti merah (*Shoreaparfifolia*Dyer) yang telah diaktivasi menggunakan pelarut

*Correspondent author
email: desy.batara@yahoo.com

campuran etanol-toluena (1:1). Setiap percobaan dilakukan 2 kali pengulangan. Percobaan blanko dilakukan seperti di atas tetapi tanpa pengocokan. Konsentrasi yang diserap tiap waktu dihitung dari:

Konsentrasi teradsorpsi

= konsentrasi awal – konsentrasi akhir

$$C_{\text{adsorpsi}} = C_{\text{awal}} - C_{\text{akhir}}$$

Banyaknya ion-ion logam yang teradsorpsi (mg) per gram biosorben (serbuk kayu) ditentukan dengan persamaan:

$$q_e = \frac{(C_o - C_e)V}{W_a}$$

dimana,

q_e = jumlah ion logam yang teradsorpsi (mg/g)

C_o = konsentrasi ion logam sebelum adsorpsi (mg/L)

C_e = konsentrasi ion logam setelah adsorpsi (mg/L)

V = volume larutan ion logam (L)

W_a = jumlah adsorben, serbuk kayu (g)

Waktu optimum adalah waktu dimana konsentrasi teradsorpsi (C_{adsorpsi}) terbesar.

Penentuan pH Optimum Biosorpsi Ion Cu(II) oleh Serbuk Kayu Meranti Merah (*Shorea parvifolia* Dyer)

Serbuk kayu meranti merah (*Shorea parvifolia* Dyer) sebanyak 0,5 gram ditambahkan kedalam 50 mL larutan ion logam Cu(II) dengan konsentrasi 50 mg/L dan pH 2. Campuran dikocok selama waktu optimum dan disaring. Absorbansi filtrate diukur dengan AAS. Percobaan di atas diulang pada pH yang berbeda masing-masing 3, 4, 5 dan 6. Cara yang sama dilakukan juga untuk serbuk kayu meranti merah (*Shorea parvifolia* Dyer) yang telah diaktivasi menggunakan pelarut campuran etanol-toluena (1:1). Setiap percobaan dilakukan 2 kali pengulangan. Percobaan blanko dilakukan seperti di atas tetapi tanpa pengocokan. pH optimum adalah pH dimana konsentrasi teradsorpsi (C_{adsorpsi}) terbesar.

Penentuan Kapasitas Biosorpsi Ion Cu(II) oleh Serbuk Kayu Meranti Merah (*Shorea parvifolia* Dyer)

Kedalam 5 buah labu Erlenmeyer ukuran 100 mL, dimasukkan masing-masing sebanyak 0,5 gram serbuk kayu meranti merah kering yang telah dicuci. Selanjutnya, kedalam gelas piala tersebut dimasukkan secara berturut-turut 50 mL larutan ion logam Cu(II) dengan konsentrasi 50, 100, 150, 200, dan 300 mg/L. Campuran tersebut dikocok selama waktu kontak dan pH optimum, kemudian disaring dan filtratnya ditampung untuk diukur kadar tembaga (Cu^{2+}) dengan AAS. Kadar Cu(II) pada larutan Cu(II) sebelum adsorpsi juga diukur. Selain itu dilakukan pengukuran pH pada sampel sebelum dan sesudah adsorpsi berlangsung. Setiap percobaan dilakukan 2 kali pengulangan. Prosedur yang sama juga dilakukan terhadap serbuk kayu meranti merah yang telah diaktivasi menggunakan pelarut campuran etanol-toluena (1:1). Percobaan blanko dilakukan seperti di atas tetapi tanpa pengocokan.

Kapasitas biosorpsi dihitung dari persamaan Freundlich [$\log (x/m) = \log k + 1/n (\log C)$] atau persamaan Langmuir ($C_e/q_e = 1/Q_o b + C_e/Q_o$) dengan mengalurkan $\log (x/m)$ terhadap $\log C$ untuk persamaan Freundlich atau C_e/q_e terhadap C_e untuk persamaan Langmuir. Intercept pada persamaan Freundlich diperoleh nilai k (kapasitas adsorpsi) dan dari slope persamaan Langmuir dapat diperoleh nilai Q_o yang berhubungan dengan kapasitas adsorpsi.

Analisis FT-IR

Biosorben serbuk kayu meranti merah baik yang teraktivasi maupun tidak teraktivasi sebelum dan setelah ditambah dengan larutan Cu(II) (konsentrasi 300 mg/L dengan pH dan waktu optimum) dikeringkan pada suhu 80 °C lalu dianalisis

*Correspondent author
email: desy.batara@yahoo.com

menggunakan *FT-IR* (*Fourier Transform Infra Red*).

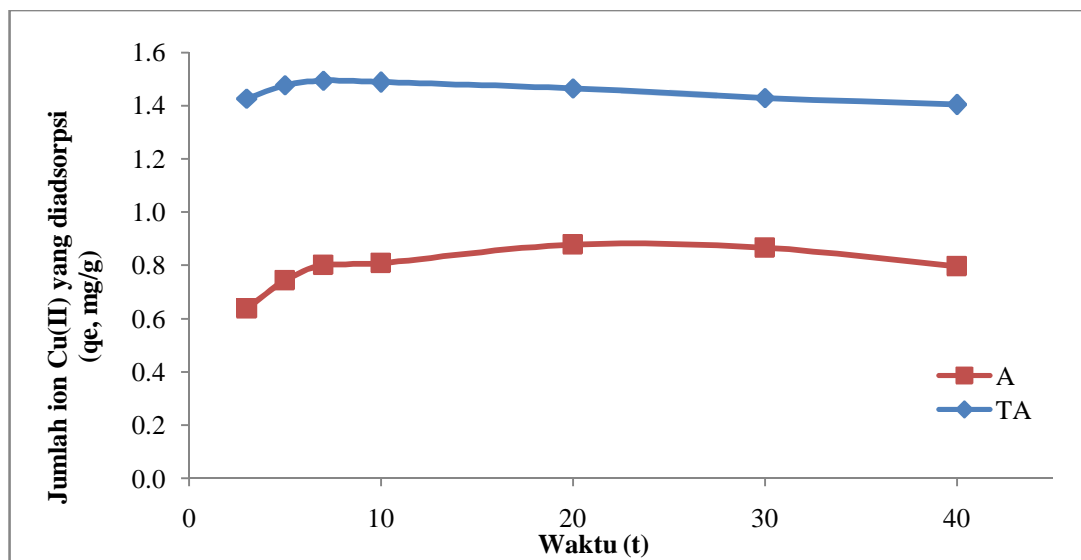
HASIL DAN PEMBAHASAN

Waktu Optimum Biosorpsi Ion Logam Cu(II) oleh Serbuk Kayu Meranti Merah (*Shorea parvifolia* Dyer)

Waktu kontak antara sampel dengan adsorben memiliki peran yang penting dalam proses adsorpsi logam berat. Semakin lama waktu yang digunakan pada proses adsorpsi, maka akan semakin banyak pula logam berat yang teradsorpsi.

Akan tetapi, kemampuan suatu adsorben untuk mengadsorpsi terbatas pada

waktu tertentu dimana adsorben sudah tidak mampu lagi mengadsorpsi logam berat karena permukaan adsorben sudah jenuh sehingga tidak terjadi perubahan konsentrasi yang signifikan pada zat yang diadsorpsi. Data jumlah ion logam Cu(II) yang teradsorpsi oleh serbuk kayu meranti merah yang teraktivasi dan yang tidak teraktivasi pada berbagai waktu kontak dapat ditunjukkan pada Gambar 3.



Gambar 3. Hubungan antara Waktu Kontak (Menit) dengan Jumlah Ion Logam Cu(II) yang diadsorpsi (mg/g) oleh Serbuk Kayu Meranti Merah Tanpa Aktivasi (TA) dan Aktivasi (A)

Gambar 3 menunjukkan bahwa adsorpsi ion logam Cu(II) oleh serbuk kayu meranti merah meningkat seiring dengan bertambahnya waktu pengadukan. Namun pada batas waktu tertentu hal tersebut tidak berpengaruh secara signifikan terhadap jumlah ion logam Cu(II) yang diserap oleh serbuk kayu meranti merah.

Adsorpsi ion logam Cu(II) untuk serbuk kayu tidak teraktivasi meningkat dari

waktu pengadukan 3 – 7 menit. Hal ini dapat dilihat dari jumlah ion Cu(II) yang teradsorpsi sebanyak 1,4264 mg/g pada waktu pengadukan selama 3 menit dan meningkat menjadi 1,4943 mg/g pada waktu pengadukan 7 menit. Akan tetapi, setelah melewati waktu pengadukan 7 menit, jumlah ion logam Cu(II) yang teradsorpsi cenderung konstan. Hal ini menunjukkan bahwa permukaan adsorben serbuk kayu

meranti merah sudah jenuh sehingga tidak mampu lagi mengadsorpsi ion logam Cu(II).

Adsorpsi ion logam Cu(II) oleh serbuk kayu meranti merah yang teraktivasi, juga mengalami peningkatan. Hal ini dapat dilihat pada waktu kontak 3 sampai 20 menit, terjadi peningkatan jumlah ion logam Cu(II) yang teradsorpsi yaitu sebanyak 0,6385 mg/g pada pengadukan 3 menit menjadi 0,8790 mg/g pada menit ke-20. Namun, setelah 20 menit jumlah ion logam Cu(II) yang teradsorpsi cenderung konstan. Hal ini menunjukkan bahwa sisi aktif pada permukaan adsorben serbuk kayu meranti merah telah jenuh dengan ion logam Cu(II).

Menurut Lelifajri, (2010) waktu kontak optimum untuk adsorpsi ion logam Cu(II) menggunakan lignin dari limbah serbuk kayu gergaji adalah 15 menit dengan kapasitas adsorpsi sebesar 15,43 mg/g, sedangkan menurut Kumar, dkk., (2013) penghilangan logam berat Cu(II) dari limbah cair menggunakan daun mimba membutuhkan waktu adsorpsi 20 menit dengan kapasitas adsorpsi sebesar 20 mg/L. Berdasarkan data penelitian yang diperoleh, maka waktu kontak optimum untuk serbuk kayu meranti merah tidak teraktivasi adalah 7 menit sedangkan untuk serbuk kayu meranti merah teraktivasi adalah 20 menit. Waktu inilah yang selanjutnya digunakan dalam menentukan pH optimum dan kapasitas optimum adsorpsi ion logam Cu(II) oleh serbuk kayu meranti merah.

Pada tabel 3 terlihat bahwa jumlah ion Cu^{2+} yang diadsorpsi oleh serbuk kayu meranti merah tanpa aktivasi rata-rata lebih besar dibandingkan jumlah ion Cu^{2+} yang diadsorpsi oleh serbuk kayu meranti merah teraktivasi. Hal ini disebabkan karena sebagian lignin pada serbuk kayu yang telah diaktivasi ikut larut pada saat serbuk kayu diekstraksi dengan campuran toluena dan

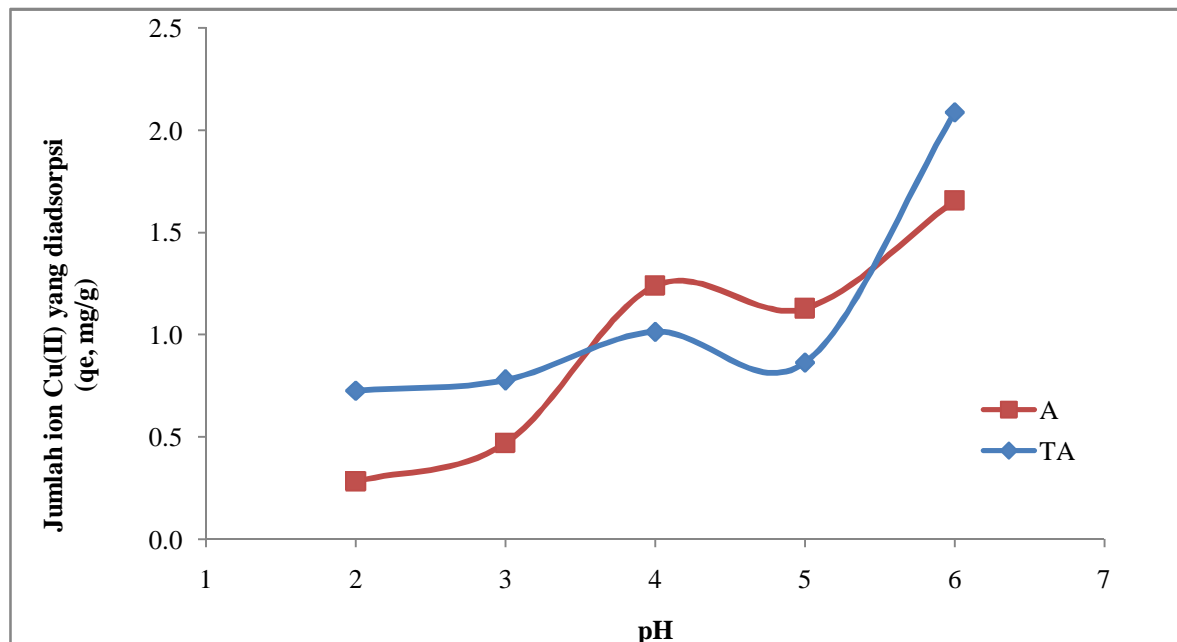
etanol, sehingga mengakibatkan gugus -OH ada lignin ikut rusak dan tidak dapat mengikat ion logam Cu. Jadi pada serbuk kayu teraktivasi hanya gugus -OH pada selulosa yang dapat mengikat ion logam dengan baik. Tujuan awal digunakan pelarut campuran toluena dan etanol adalah untuk menghilangkan minyak dan lilin yang terdapat pada serbuk kayu. Namun pada kenyataannya, campuran pelarut tersebut juga mempengaruhi lignin pada serbuk kayu. Serbuk kayu meranti yang tidak teraktivasi masih memiliki gugus -OH pada selulosa dan lignin sehingga mempunyai kemungkinan yang lebih besar untuk mengikat ion logam Cu^{2+} dalam jumlah yang lebih banyak dan lebih maksimal.

pH Optimum Biosorpsi Ion Logam Cu(II) oleh Serbuk Kayu Meranti Merah (*Shorea parvifolia* Dyer)

Selain waktu kontak, pH juga merupakan faktor penentu dalam proses adsorpsi. Pengaruh pH pada biosorpsi ion Cu(II) oleh serbuk kayu meranti merah (*Shorea parvifolia* Dyer) dilakukan antara pH 2-6 dengan waktu pengadukan selama waktu optimum, yaitu 7 menit untuk serbuk kayu tanpa aktivasi dan 20 menit untuk serbuk kayu teraktivasi. Untuk mengetahui pH optimum dari adsorpsi ion logam Cu(II), maka dihitung jumlah ion Cu(II) yang teradsorpsi (q_e) sebagai fungsi pH.

Pengaruh perubahan pH larutan dalam biosorpsi ion logam Cu(II) oleh serbuk kayu yang teraktivasi dan yang tidak teraktivasi dapat dilihat pada Gambar 4.

*Correspondent author
email: desy.batara@yahoo.com



Gambar 4. Hubungan antara pH dengan Jumlah Ion Logam Cu(II) yang diadsorpsi (mg/g) oleh Serbuk Kayu Meranti Merah Tanpa Aktivasi (TA) dan Aktivasi (A)

Gambar 4 menunjukkan bahwa jumlah ion Cu(II) yang diadsorpsi oleh serbuk kayu meranti merah meningkat dengan semakin tinggi pH yang digunakan. Adsorpsi pada pH rendah biasanya menghasilkan jumlah ion Cu(II) yang rendah. Hal ini terjadi karena pada pH rendah, ion H^+ bersaing dengan kation Cu^{2+} dalam pembentukan ikatan dengan gugus aktif adsorben (Pavasant, dkk., 2005).

Jumlah ion Cu(II) yang diadsorpsi oleh serbuk kayu meranti merah tanpa aktivasi pada pH 2 adalah 0,7275 mg/g sedangkan untuk serbuk kayu teraktivasi sebesar 0,2840 mg/g.

Jumlah ini meningkat pada pH 4 menjadi 1,0160 mg/g untuk serbuk kayu tanpa aktivasi dan menjadi 1,2410 mg/g untuk serbuk kayu teraktivasi. Jumlah ion logam Cu(II) yang diserap menurun pada pH 5.

Menurut Ahmad, dkk., 2009, penurunan jumlah ion logam yang diserap dalam proses adsorpsi pada pH tinggi

sebelum mencapai pH dimana ion logam tersebut mengendap dikarenakan terbentuknya kompleks hidroksil terlarut dari ion logam sehingga ion logam tidak bisa berikatan dengan gugus aktif pada adsorben. Dalam hal ini, ion Cu(II) membentuk kompleks terlarut dengan ligan OH^- yaitu $[Cu(OH)_4]^{2-}$ sehingga ion logam Cu(II) tidak bisa diserap lagi oleh serbuk kayu meranti merah. Menurut Hossain, dkk., (2012) ion logam tembaga mengendap pada pH 6 – 12.

Data dari Gambar 4 menunjukkan pH optimum proses adsorpsi ion logam Cu(II) oleh serbuk kayu meranti merah berada pada pH 4. Pada penelitian yang dilakukan oleh Liang Liu, dkk., (2004) menggunakan bakteri *Thiobacillus thiooxidans* diperoleh pH optimumnya adalah 5 dengan kapasitas adsorpsi sebesar 39,84 mg/g.

Hal yang sama juga dilaporkan oleh Gulnaz, dkk., (2005) pada biosorpsi ion logam Cu(II) oleh *sludge* aktif kering

dengan pH optimum 4 dengan kapasitas adsorpsi sebesar 294 mg/g.

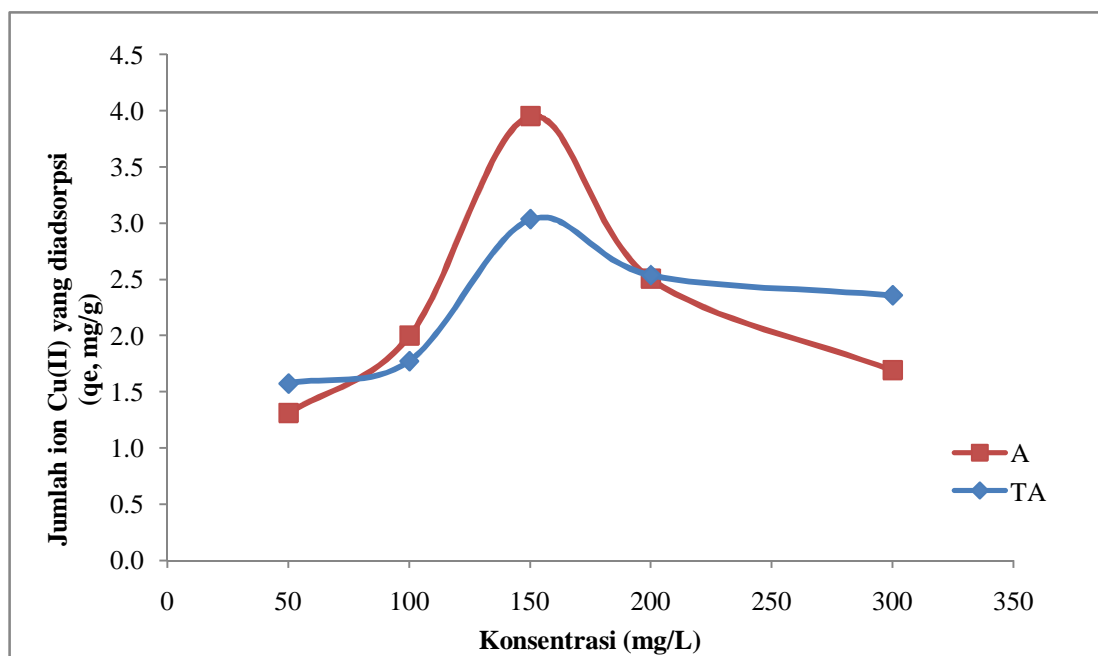
Pada penelitian Peng, dkk., (2010) diperoleh pH optimum 4,5 dengan kapasitas adsorpsi sebesar 144,9 mg/g yang menggunakan *Saccharomyces cerevisiae* sebagai biosorben, sedangkan Hossain, dkk., (2012) melaporkan pH optimum adsorpsi ion logam Cu(II) menggunakan adsorben kulit pisang adalah 6,5 dengan kapasitas adsorpsi sebesar 20,37 mg/g.

Perbedaan pH optimum pada beberapa penelitian tersebut disebabkan karena perbedaan adsorben yang digunakan. pH 4 digunakan pada penelitian lebih lanjut (penentuan kapasitas biosorpsi).

Kapasitas Adsorpsi Ion Logam Cu(II) oleh Serbuk Kayu Meranti Merah (*Shorea parvifolia* Dyer)

Konsentrasi larutan juga berpengaruh dalam proses adsorpsi, dimana konsentrasi zat terlarut berbanding lurus dengan zat terlarut yang dapat diadsorpsi oleh adsorben. Akan tetapi jika adsorben tersebut sudah jenuh, maka konsentrasi zat terlarut tidak lagi berpengaruh (Sukardjo, 1985).

Jumlah ion logam Cu(II) yang diadsorpsi oleh serbuk kayu meranti merah yang tidak teraktivasi sebagai fungsi dari konsentrasi ion Cu(II) dapat dilihat pada Gambar 5, sedangkan untuk yang teraktivasi dapat dilihat pada Gambar 5.



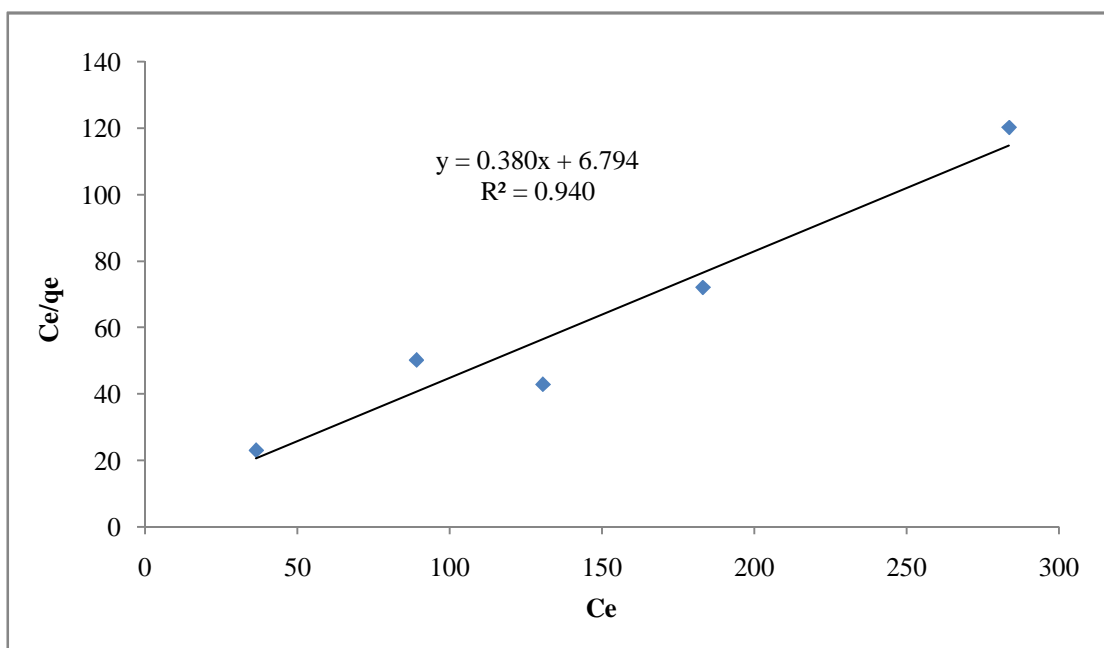
Gambar 5. Hubungan antara Konsentrasi Ion Cu(II) (mg/L) dengan Jumlah Ion Logam Cu(II) yang diadsorpsi (mg/g) pada Serbuk Kayu Meranti Merah Tanpa Aktivasi (TA) dan Aktivasi (A)

Berdasarkan Gambar 5, dapat dilihat bahwa semakin besar konsentrasi ion logam Cu(II) dalam larutan, maka semakin besar pula jumlah ion logam Cu(II) yang diserap oleh serbuk kayu meranti merah yang tidak teraktivasi. Tetapi setelah mencapai konsentrasi 150 mg/L, jumlah ion logam Cu(II) yang diserap pada konsentrasi 200 mg/L sudah mengalami penurunan. Hal ini disebabkan karena adsorben sudah jenuh dengan ion logam.

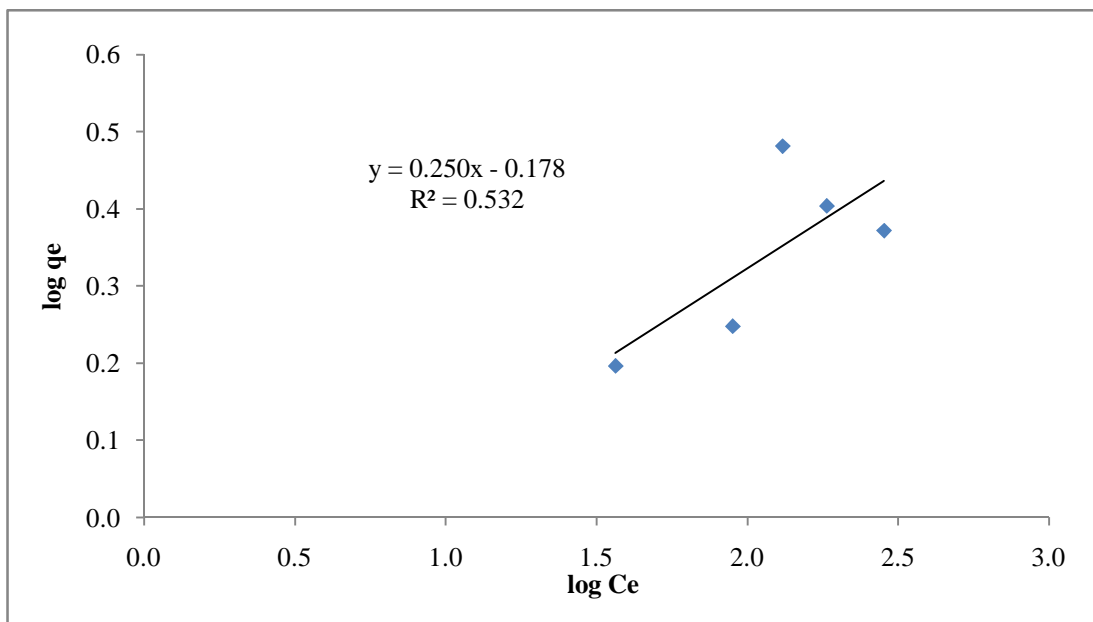
Sedangkan berdasarkan Gambar 5, terlihat juga bahwa semakin besar konsentrasi larutan ion logam Cu(II), maka semakin besar pula jumlah ion logam Cu(II) yang diserap oleh serbuk kayu meranti merah teraktivasi. Sama halnya dengan

grafik serbuk kayu yang tidak teraktivasi, dimana pada konsentrasi 150 mg/L, serbuk kayu sudah mengalami kejenuhan sehingga pada konsentrasi 200 mg/L, jumlah ion logam Cu(II) yang diserap sudah menurun.

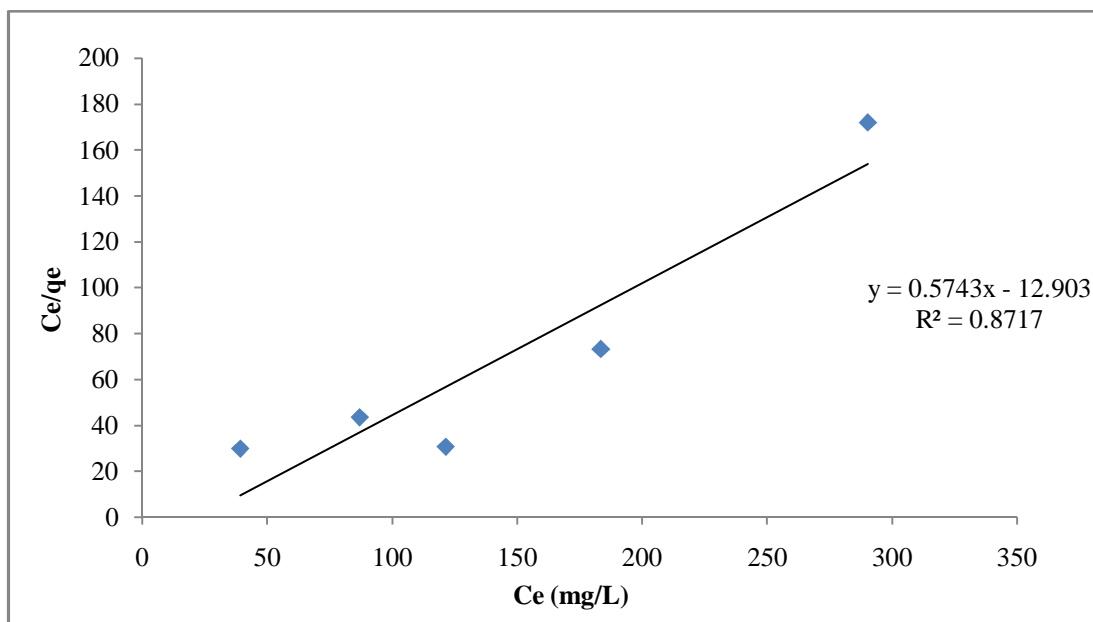
Kapasitas adsorpsi serbuk kayu meranti merah tidak teraktivasi terhadap ion logam Cu(II) ditentukan dengan menggunakan model persamaan isotermal Langmuir (Gambar 6) dan isotermal Freundlich (Gambar 7). Sedangkan kapasitas maksimum adsorpsi serbuk kayu meranti merah teraktivasi terhadap ion logam Cu(II) juga ditentukan dengan menggunakan model persamaan isotermal Langmuir (Gambar 8) dan isotermal Freundlich (Gambar 9).



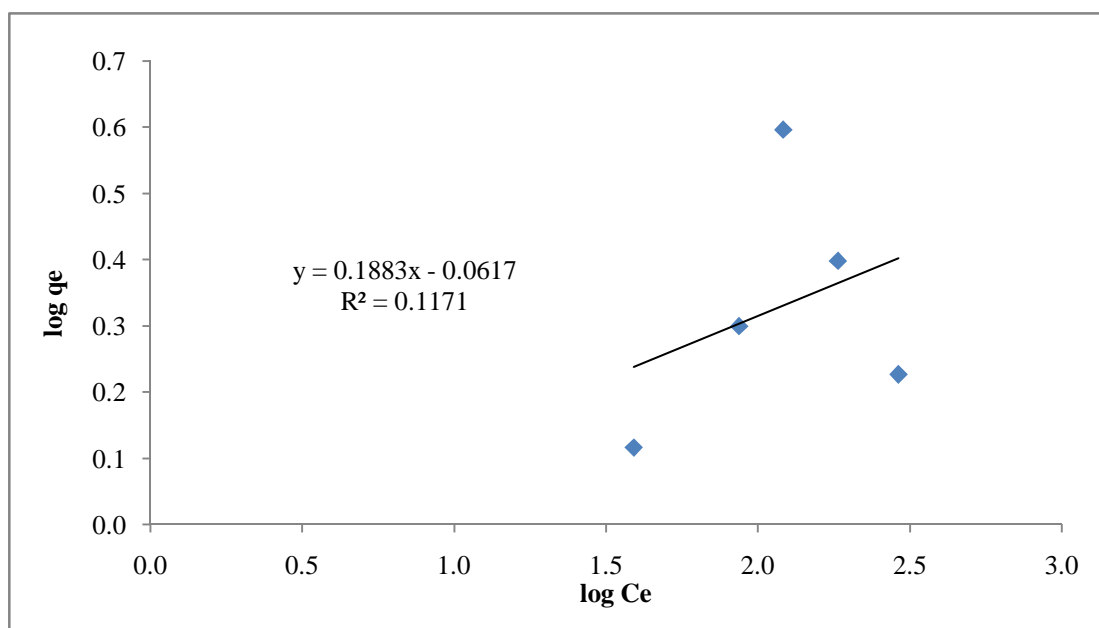
Gambar 6. Kurva Isotermal Langmuir untuk Adsorpsi Ion Cu(II) oleh Serbuk Kayu Meranti Merah Tanpa Aktivasi (TA)



Gambar 7. Kurva Isotermal Freundlich untuk Adsorpsi Ion Cu(II) oleh Serbuk Kayu Meranti Merah Tanpa Aktivasi (TA)



Gambar 8. Kurva Isotermal Langmuir untuk Adsorpsi Ion Cu(II) oleh Serbuk Kayu Meranti Merah Aktivasi (A)



Gambar 9. Kurva Isotermal Freundlich untuk Adsorpsi Ion Cu(II) oleh Serbuk Kayu Meranti Merah Aktivasi (A)

Gambar 6 dan Gambar 7 menunjukkan bahwa biosorpsi yang lebih sesuai dengan serbuk kayu meranti merah tidak teraktivasi adalah isotermal Langmuir dibandingkan dengan model isotermal Freundlich.

Hal ini bisa dilihat dari nilai R^2 Langmuir yaitu 0,9404 sedangkan untuk Freundlich adalah 0,5328. Sedangkan Gambar 8 dan Gambar 9 menunjukkan bahwa biosorpsi yang lebih sesuai dengan serbuk kayu meranti merah teraktivasi adalah isotermal Langmuir karena memiliki nilai R^2 yang lebih baik dibandingkan dengan isotermal Freundlich. Dimana pada isotermal Langmuir nilai R^2 yaitu 0,8717 sedangkan pada isotermal Freundlich yaitu 0,1171.

Jika melihat selisih nilai R^2 antara isotermal Langmuir dan isotermal Freundlich baik untuk serbuk kayu tidak teraktivasi maupun teraktivasi dengan nilai R^2 yang berbeda jauh, maka isotermal yang bisa digunakan hanya isothermal Langmuir.

Menurut Hiemenz dan Rajagopalan (1997), persamaan isotermal Langmuir sudah memberikan hasil yang memadai pada banyak kasus dimana adsorben yang digunakan merupakan material yang heterogen. Tetapi menurut Ahmad, dkk. (2009) isotermal yang lebih cocok dengan biosorben serbuk kayu meranti adalah isotermal Freundlich karena serbuk kayu meranti merupakan material yang heterogen.

Berdasarkan isotermal diatas, diperoleh nilai Q_0 (kapasitas adsorpsi) untuk serbuk kayu meranti merah tidak teraktivasi adalah 2,6261 mg/g, sedangkan untuk serbuk kayu meranti merah teraktivasi diperoleh nilai Q_0 (kapasitas adsorpsi) adalah 1,7413 mg/g.

Menurut beberapa penelitian sebelumnya, adsorpsi logam Cu(II) dengan menggunakan kulit papaya, memiliki kapasitas adsorpsi sebesar 21,2 mg/g (Norhafisah, dkk., 2011), menggunakan limbah serbuk kayu gergaji dengan nilai

*Correspondent author
email: desy.batara@yahoo.com

kapasitas adsorpsi sebesar 15,43 mg/g (Lelifajri, 2010), sedangkan dengan menggunakan biomassa *Nannochloropsis sp* memiliki nilai kapasitas adsorpsi sebesar 0,0322 mg/g (Sembiring, dkk., 2009).

Data kapasitas adsorpsi ion logam Cu(II) menunjukkan bahwa kapasitas adsorpsi serbuk kayu tidak teraktivasi memiliki kapasitas yang lebih besar dibandingkan dengan kapasitas adsorpsi ion logam Cu(II) oleh serbuk kayu teraktivasi.

Hal ini disebabkan karena pada saat mengekstrak serbuk kayu meranti merah menggunakan campuran toluena dan etanol (1:1) dengan tujuan untuk mengekstrak zat ekstraktif, ternyata lignin pada serbuk kayu juga ikut terekstrak sebagian, sehingga jumlah gugus aktif untuk menyerap ion logam Cu(II) ikut berkurang.

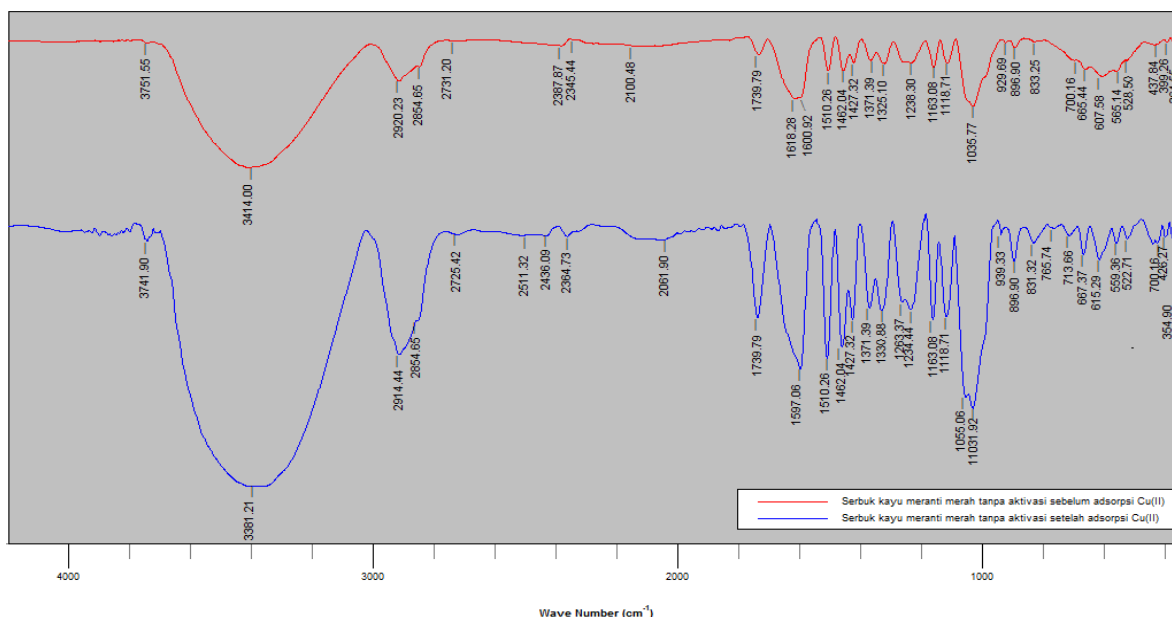
Hal ini dibuktikan oleh Lelifajri (2010) pada penelitiannya tentang isolasi lignin menggunakan pelarut etanol.

Analisis FT-IR

Serbuk kayu meranti merah yang digunakan sebagai adsorben, baik yang tidak teraktivasi maupun yang teraktivasi, dianalisis dengan menggunakan FT-IR, kemudian dibandingkan sebelum dan sesudah adsorpsi untuk mengetahui gugus fungsi apa yang terlibat dalam proses adsorpsi ion logam Cu(II).

Menurut Pavasant, dkk., 2005, dalam membandingkan antara sampel sebelum dan sesudah adsorpsi ion logam Cu(II), dapat dilihat dari adanya pergeseran yang $>10 \text{ cm}^{-1}$. Pergeseran ini memperlihatkan adanya proses pengikatan logam pada permukaan sampel yang digunakan.

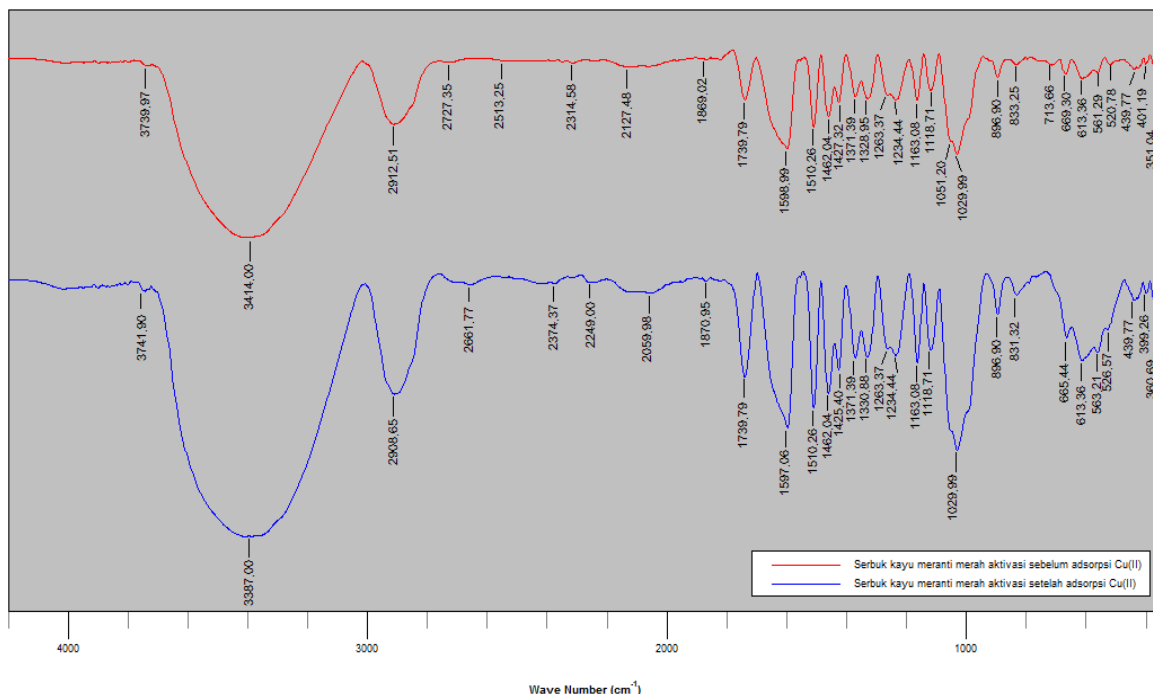
Gambar 10 memperlihatkan hasil analisis FT-IR pada serbuk kayu tidak teraktivasi sebelum adsorpsi dan setelah adsorpsi yang hampir sama. Tetapi ada puncak yang mengalami pergeseran yang cukup besar. Hal ini membuktikan bahwa ion Cu(II) terikat pada gugus fungsi $-\text{OH}$.



Gambar 10. Spektrum Hasil Analisa FT-IR Biosorben Serbuk Kayu Meranti Merah Tanpa Aktivasi (TA) Sebelum dan Sesudah Adsorpsi Ion Logam Cu(II)

Gambar 11 memperlihatkan hasil analisis FT-IR pada serbuk kayu yang teraktivasi sebelum adsorpsi dan setelah adsorpsi yang hampir sama. Tetapi ada

puncak yang mengalami pergeseran yang cukup besar. Hal ini membuktikan bahwa ion Cu(II) terikat pada gugus fungsi –OH.



Gambar 11. Spektrum Hasil Analisa FT-IR Biosorben Serbuk Kayu Meranti Merah Aktivasi (A) Sebelum dan Sesudah Adsorpsi Ion Logam Cu(II)

Berdasarkan hasil analisis FT-IR di atas, spektrum –OH baik pada serbuk kayu tidak teraktivasi maupun teraktivasi sesudah adsorpsi ion logam Cu(II) menunjukkan bahwa terjadi ikatan koordinasi antara ion logam Cu(II) dengan gugus fungsi –OH pada selulosa dan lignin. Hal ini karena tetap adanya spektrum –OH pada serbuk kayu setelah proses adsorpsi meskipun bilangan gelombangnya bergeser.

KESIMPULAN

Serbuk kayu meranti merah *Shoreaparfifolia*Dyer dapat digunakans ebagai biosorben ion logam Cu(II) dengan waktu optimum biosorpsi serbuk kayu tidak teraktivasi terhadap ion logam Cu(II) adalah 7 menit, sedangkan untuk yang teraktivasi

adalah 20 menit. pH optimum biosorpsi serbuk kayu meranti merah baik yang teraktivasi maupun yang tidak teraktivasi terhadap ion logam Cu(II) adalah 4.

Kapasitas adsorpsi serbuk kayu meranti merah terhadap ion logam Cu(II) ditentukan dengan menggunakan isothermal Langmuir dan Freundlich.

Nilai kapasitas adsorpsi (Q_0) sebesar 2,6261 mg/g untuk serbuk kayu yang tidak teraktivasi dan 1,7413 mg/g untuk serbuk kayu yang teraktivasi. Gugus fungsi yang terlibat pada biosorpsi ion logam Cu(II) oleh serbuk kayu meranti merah tanpa aktivasi dan aktivasi adalah gugus fungsi –OH.

*Correspondent author
email: desy.batara@yahoo.com

DAFTAR PUSTAKA

- Ahmad, A., Rafatullah, M., Sulaiman, O., Ibrahim, M. H., Chii, Y. Y., dan Siddique, B. M., 2009, Removal of Cu(II) and Pb(II) ions from aqueous solutions by adsorption on sawdust of Meranti wood, *Desal*, **250**, 300-310.
- Alluri, H.K., Ronda, S.R., Settalluri, V.S., Singh, Bondili, J.S., Suryanarayana, V., dan Venkateshwar., P., 2007, Biosorption: An Eco-friendly Alternative for Heavy Metal Removal, *Afr. J. Biotechnol.*, **6** (25), 2924-2931.
- Deans, J.R., dan Dixon, B.G., 1992, Uptake of Pb^{2+} and Cu^{2+} by Novel Biopolymers, *Water Res.*, **26**, 469-472.
- Gulnaz, O., Saygideger, S., dan Kusvuran, E., 2005, Study of Cu(II) Biosorption by Dried Activated Sludge: Effect of Physico-Chemical Environment and Kinetics Study, *J. Hazard. Materials*, **5**, 193-200.
- Hiemenz, P. C., dan Rajagopalan, R., 1997, *Principles of Colloid and Surface Chemistry*, Marcel Dekker, Inc., New York.
- Huang, C., dan Huang, C.P., 1996, Application of *Aspergillus oryzae* dan *Rhizopus oryzae* for Cu(II) Removal, *Pergamon*, **30** (9), 254-263.
- Irwanto, 2007, *Budidaya Tanaman Kehutanan*, (Online), (<http://www.freewebs.com/irwantoforester/tanamanhutan.pdf>, diakses tanggal 25 Januari 2012).
- Kumar, S.V., Pai, K.V., Narayanaswamy, R., Sripathy, M., 2013, Experimental Optimization for Cu Removal from Aqueous Solution Using Neem Leaves Based on Taguchi Method, *Int. J. Sci. Environ. Tech.*, **2** (1), 103-114.
- Lelifajri, 2010, Adsorpsi Ion Logam Cu(II) Menggunakan Lignin dari Limbah Serbuk Kayu Gergaji, *J. Kim. Lingkungan*, **7** (3), 126-129.
- Liang Liu, H., Yann Chen, B., Wen Lan, Y., Chu Cheng, Y., 2004, Biosorption of Zn(II) and Cu(II) by the Indigenous *Thiobacillus thiooxidans*, *J. Chem. Eng.*, **97**, 195-201.
- Pavasant, P., Apiratikul, R., Sungkhum, V., Suthiparinyanont, P., Wattanachira, S., Marhaba, T.F., 2005, Biosorption of Cu^{2+} , Cd^{2+} , Pb^{2+} , and Zn^{2+} using Dried Marine Green Macroalga *Caulerpa lentillifera*, *Bioresource Tech.*, **7** (3), 135-144.
- Peng, Q., Liu, Y., Zeng, G., Xu, W., Yang, C., dan Zhang, J., 2010, Biosorption of Copper(II) by Immobilizing *Saccharomyces Cerevisiae* on The Surface of Chitosan-Coated Magnetic Nanoparticles from Aqueous Solution, *J. Hazard. Materials*, **7**, 676-682.
- Sukardjo, 1985, *Kimia Anorganik*, Bina Aksara, Yogyakarta.
- Teker, M., İmamoğlu, M., dan Saltabas, Ö., 1999, Adsorption of Copper and Cadmium Ions by Activated Carbon From Rice Hulls, *Turk. J. Chem.*, **23**, 185-191.
- Yan, G., dan Viraraghavan, T., 2003, Heavy-metal Removal from Aqueous Solution by Fungus *Mucor rouxii*, *Water Res.*, **37**, 4486-4496.

*Correspondent author
email: desy.batara@yahoo.com